

La réponse sur la France dans les scénarios SCAMPEI

Alain Braun et Michel Déqué

Juillet 2011

Introduction

Le projet SCAMPEI inclut quatre concepts dans son acronyme : scénarios climatiques, phénomènes extrêmes, enneigement et incertitudes. Pour documenter les scénarios climatiques, nous avons simulé trois périodes avec nos modèles :

- les années 1970 qui représentent le climat de référence au sens de l'OMM, même si ce climat est déjà altéré par les modifications anthropiques de la civilisation industrielle
- les années 2030 qui représentent un futur incertain mais inévitable
- les années 2080 qui représentent un futur possible mais qu'on aimerait bien éviter

Chaque période a fait l'objet d'une ou plusieurs simulations avec chacun des trois modèles de climat régional :

- ALADIN, de Météo-France
- LMDZ du Laboratoire de Météorologie Dynamique du CNRS
- MAR du Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement du CNRS

Le site du projet offre la possibilité de télécharger les séries quotidiennes de chaque série trentenaire pour un certain nombre de variables météorologiques ou nivologiques en fonction de la commune la plus proche (variables météorologiques) ou de la zone climatique et de l'altitude (variables nivologiques). Il ne sera jamais inutile d'insister sur le fait que ces séries quotidiennes ont une chronologie propre à chaque simulation et indépendante de la chronologie réelle. Il serait vain de vouloir rapprocher l'année 1 d'une des simulations de référence de l'année 1960 ou 1970. La seule connexion à la réalité est que les statistiques (moyennes, écarts-types) des 30 ans de référence correspondent à celles des observations de 1961 à 1990.

L'exploitation de la base de données quotidiennes à l'aide d'outils informatiques comme des tableurs ou des langages de programmation offre une grande richesse d'exploitation des résultats de SCAMPEI. Cependant de nombreux internautes voudront se contenter d'une approche visuelle, et la partie diagnostics du site de SCAMPEI est faite pour eux. On dispose en effet de cartes sur la France d'un certain nombre d'indices climatiques. Ces indices sont constitués soit de la différence entre la valeur future et la valeur de référence d'un paramètre (f-r) soit du pourcentage de cette différence par rapport à la valeur de référence ($100(f-r)/r$). Le site propose des indices « futur proche » où la période future correspond aux années 2030 et des indices « futur lointain » où la période future correspond aux années 2080. Dans tous les cas la période de référence correspond aux années 1970. Dans les illustrations qui suivent on ne montrera que les cartes « futur lointain » car la réponse des modèles est plus significative. Chaque paramètre est calculé pour une saison d'une année. Il y a quatre saisons (DJF, MAM, JJA et SON) et 30 années. Les valeurs f et r mentionnées plus haut sont des moyennes sur ces 30 années. Les indices sont produits systématiquement pour chaque saison, même si ce n'est pas toujours pertinent (jours de canicule en hiver ou jour de gel en été). Dans les illustrations qui suivent, il n'y a qu'une saison par indice. On se reportera au site pour des informations sur les autres saisons.

La première série d'indices est constituée de moyennes saisonnières de valeurs quotidiennes. Ces indices sont appelés indices météorologiques. Les paramètres correspondants sont disponibles en téléchargement sous forme de séries quotidiennes. Comme il est indiqué au début de cette section, le projet SCAMPEI s'intéresse aux phénomènes extrêmes et à l'enneigement. Une série d'indices supplémentaires nommés indices nivologiques et une série d'indices de phénomènes extrêmes sont fournies. Il faut avoir à l'esprit que le mot extrême ne veut pas dire rarissime ou paroxystique : il s'agit de phénomène se produisant en moyenne une fois par an dans le climat de référence et dont l'évaluation statistique avec un échantillon de 30 années se fait avec un bon degré de confiance. Le dernier concept abordé par SCAMPEI est la notion d'incertitude. Les figures proposent pour chaque indice, saison et horizon temporel six cartes :

- ALD1 correspond à la réponse du modèle ALADIN au scénario A1B du GIEC
- ALD2 correspond à la réponse du modèle ALADIN au scénario A2 du GIEC
- ALD3 correspond à la réponse du modèle ALADIN au scénario B1 du GIEC

- LMD1 correspond à la réponse du modèle LMDZ au scénario A1B du GIEC avec des températures de la mer fournies par l'Institut Pierre Simon Laplace
- LMD2 correspond à la réponse du modèle LMDZ au scénario A1B du GIEC avec les températures de la mer d'ALD1
- LMD1 correspond à la réponse du modèle MAR au scénario A1B du GIEC avec les températures de la mer d'ALD1

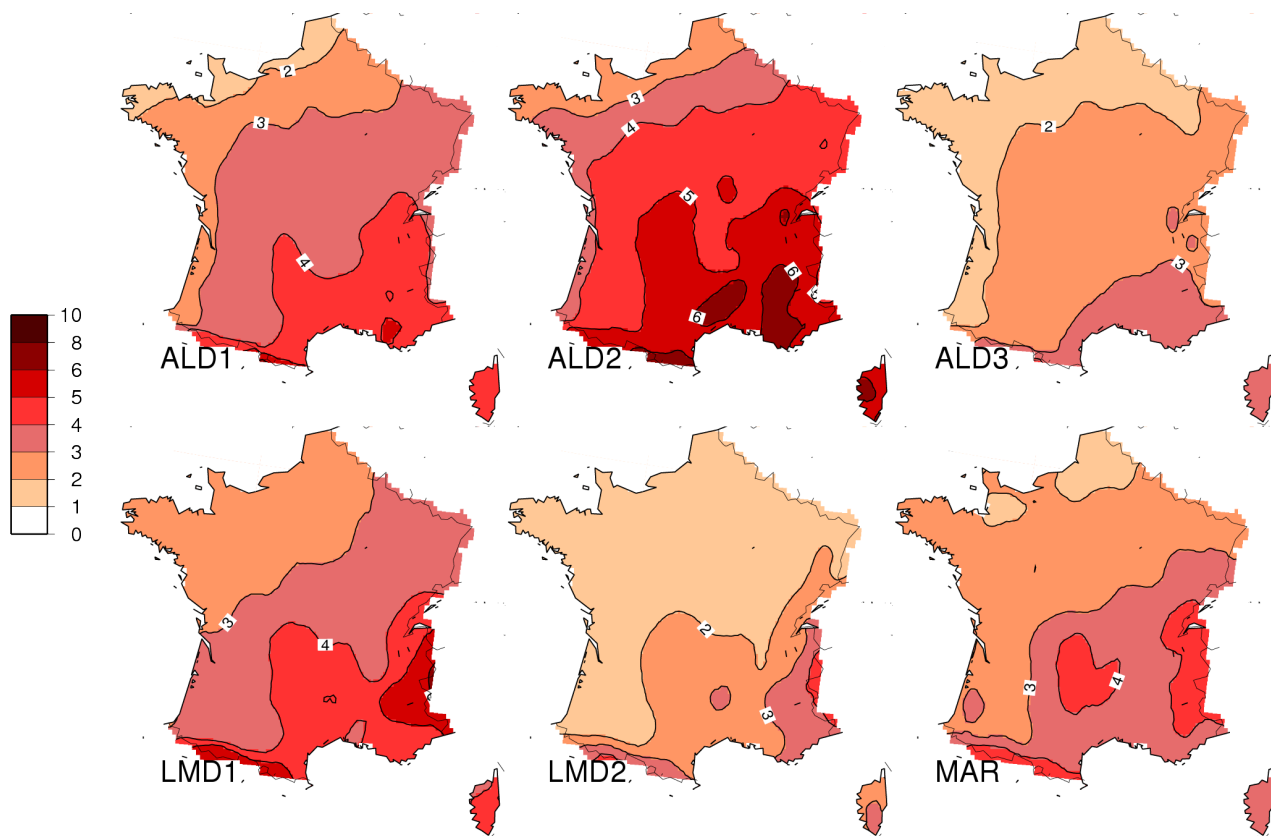
A part le fait que ces 6 scénarios proposent tous une augmentation de température, on trouve une grande diversité de réponses au changement anthropique qui doit rendre prudent vis à vis d'une approche « prédiction de l'avenir ». Il n'existe pas de méthode objective pour décréter qu'un des six scénarios est plus probable que les autres.

Description des indices

Indices météorologiques

Température minimale diurne

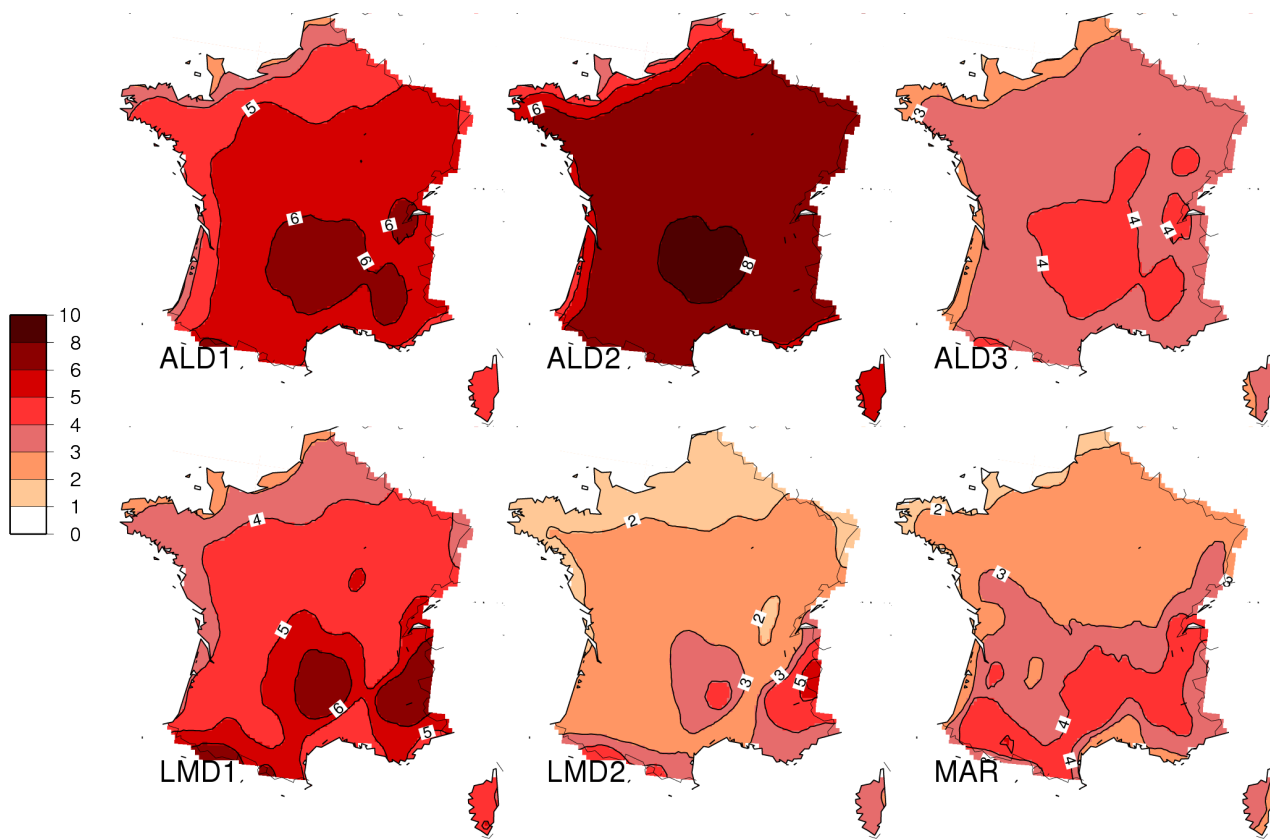
Il s'agit de la température relevée sous abri au tout début de la matinée. Contrairement à la plupart des indices, ce n'est pas un pourcentage mais une différence.



Température minimale diurne en été (°C)

Température maximale diurne

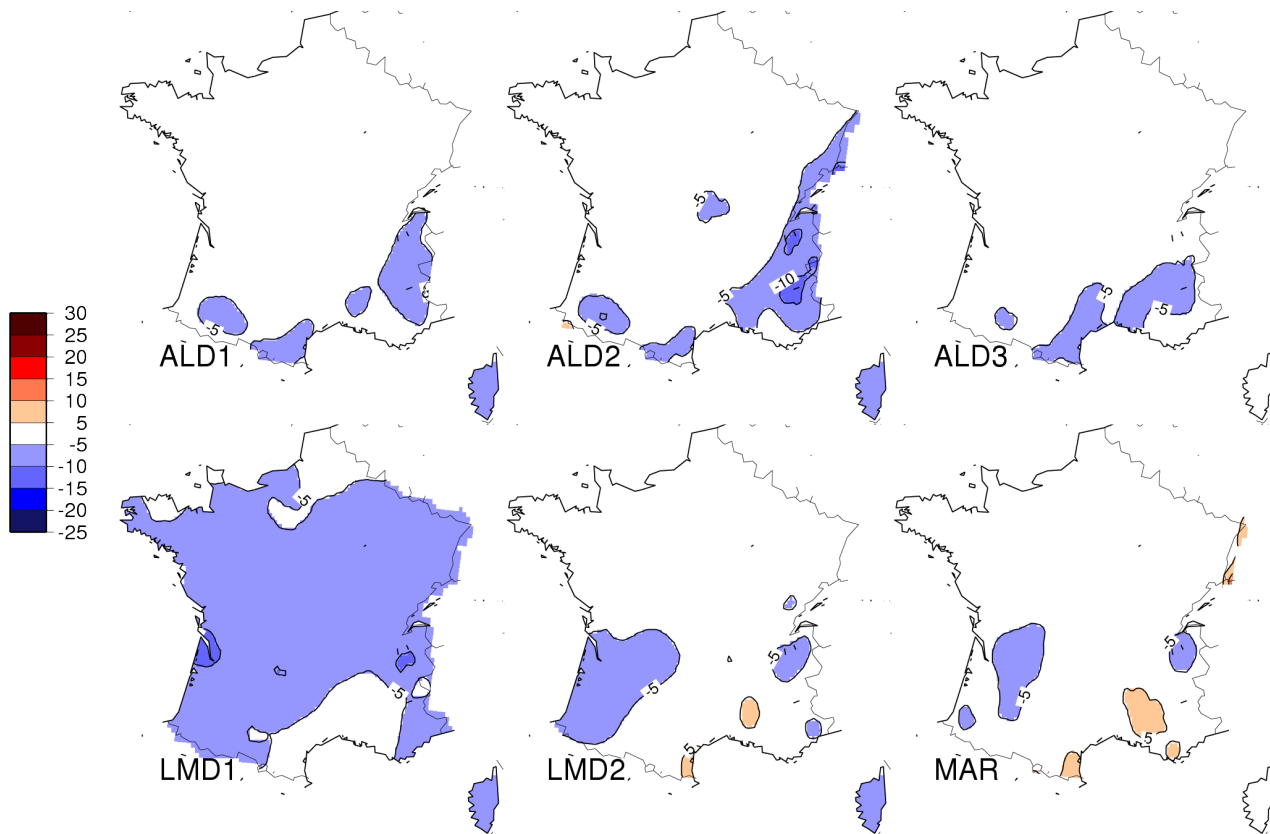
Il s'agit de la température relevée sous abri en milieu d'après-midi. Contrairement à la plupart des indices, ce n'est pas un pourcentage mais une différence.



Température maximale diurne en été (°C)

Vent quotidien moyen

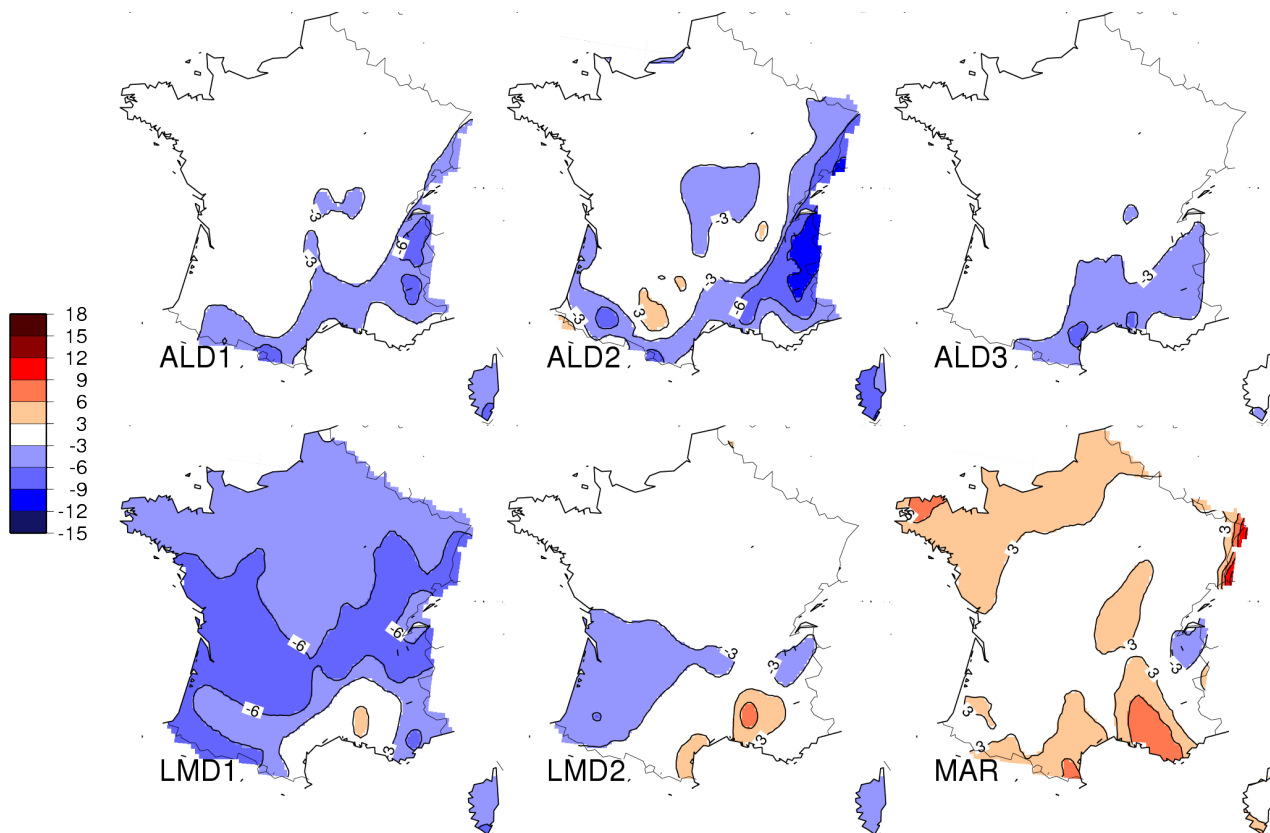
Il s'agit de la vitesse moyenne du vent à 10 m au-dessus du sol. On constate que la réponse dépasse rarement 5% et va dans le sens d'une diminution.



Vent quotidien moyen en hiver (%)

Vent quotidien maximum

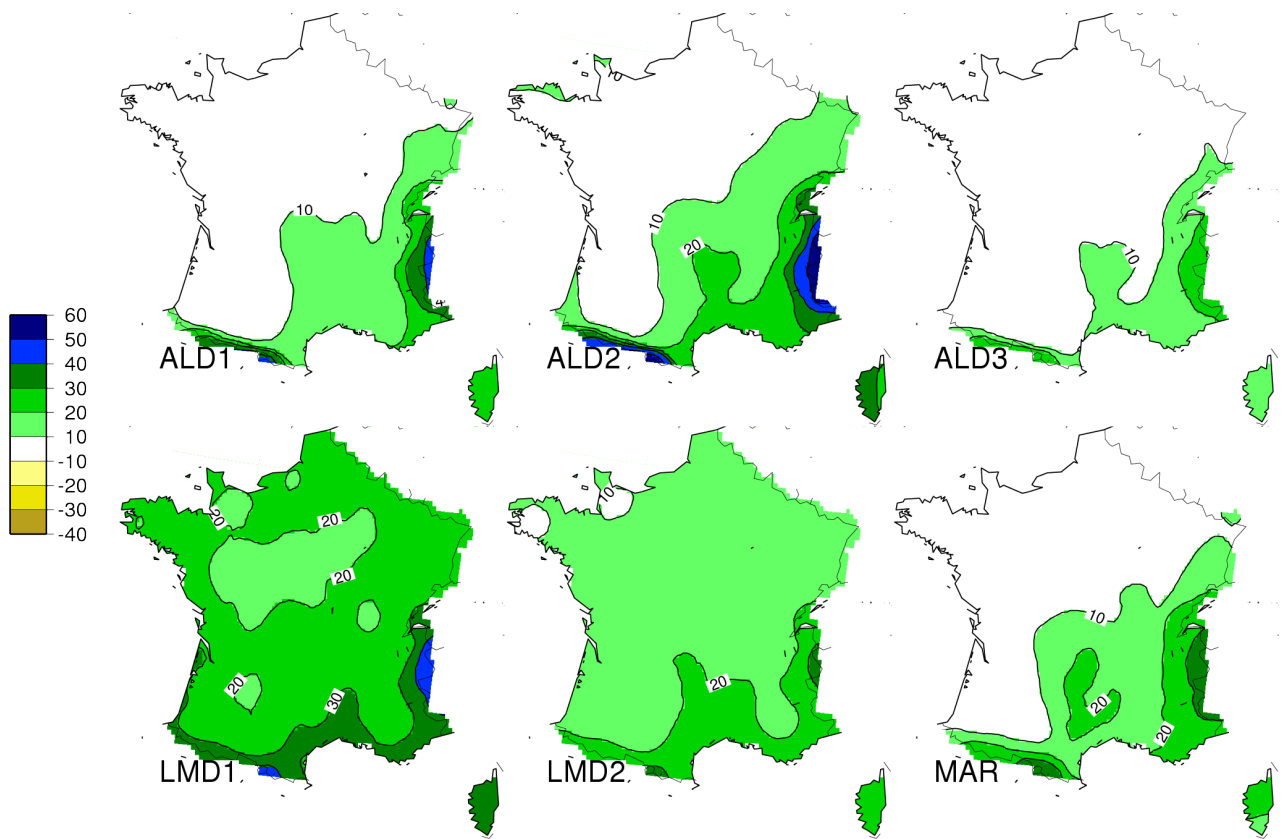
Il s'agit de la vitesse maximale du vent à 10 m au-dessus du sol au cours de la journée, en tenant compte des rafales. La réponse est de quelques % et va dans le sens d'une diminution, sauf pour MAR. La crainte d'une multiplication des tempêtes violentes n'est pas justifiée par ces résultats.



Vent quotidien maximum en hiver (%)

Humidité spécifique

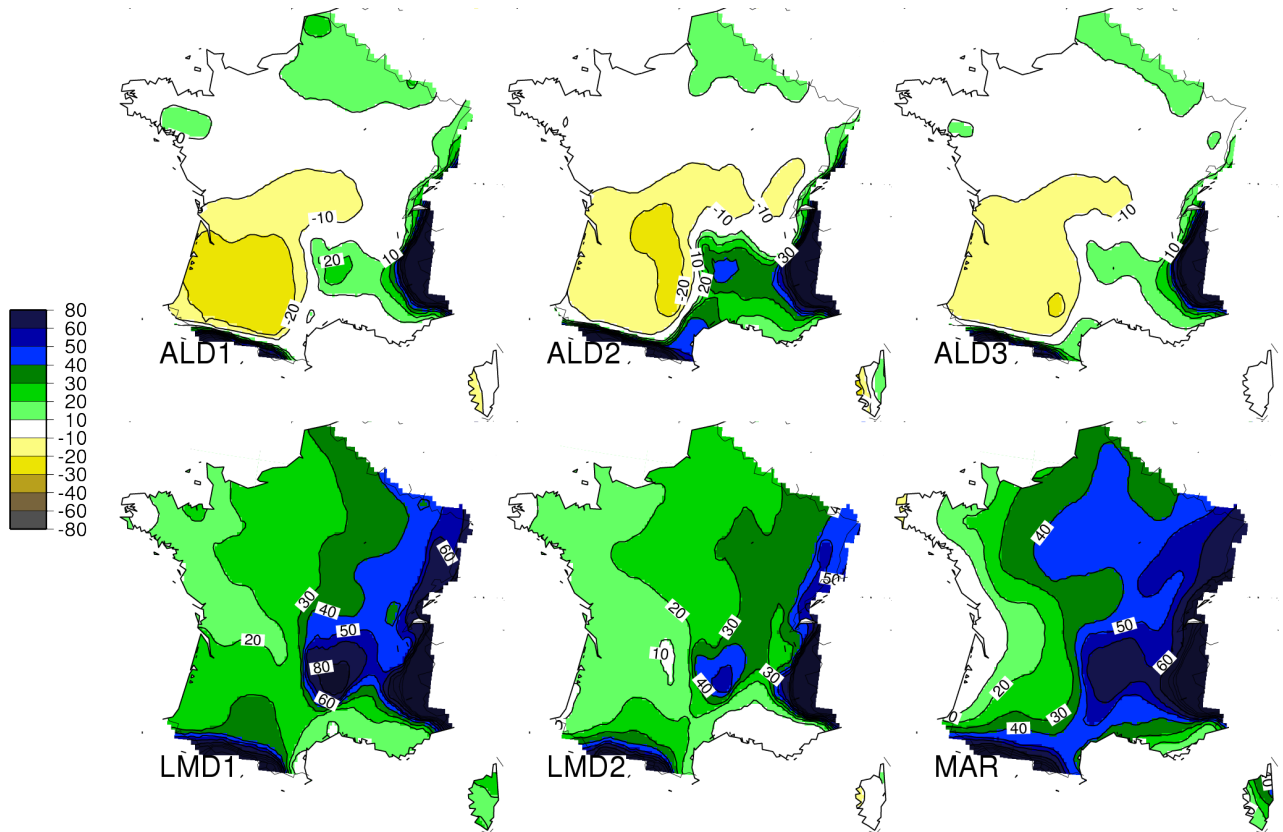
C'est la masse de vapeur d'eau dans un kg d'air mesurée sous abri. Elle est de l'ordre de quelques grammes et augmente avec la température (l'après-midi ou en été). Il s'agit ici de la moyenne quotidienne. On constate une augmentation cohérente avec le réchauffement.



Humidité spécifique en été (%)

Précipitations pluvieuses

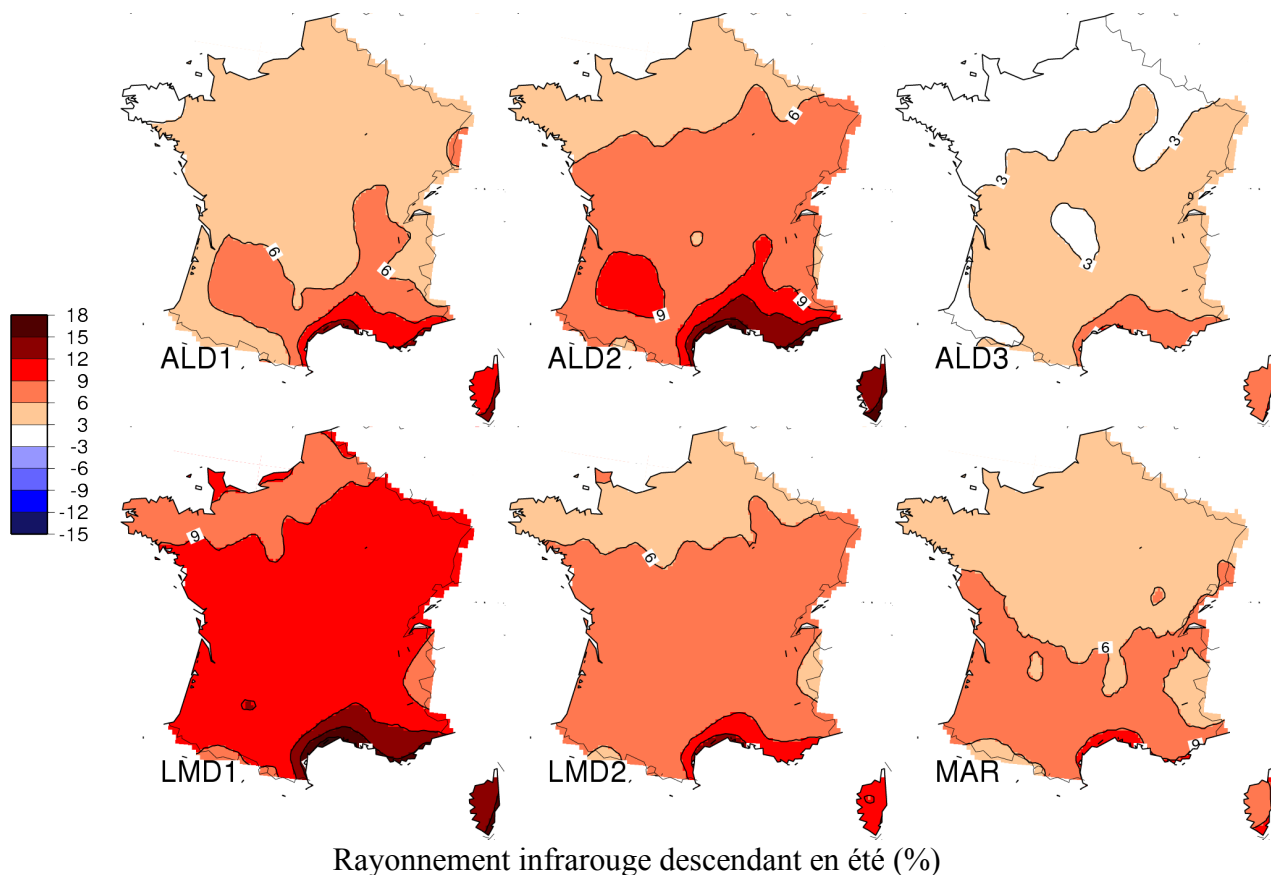
Il s'agit de la masse d'eau liquide qui tombe en une journée sur un m² de sol. La réponse est contrastée suivant les régions et les modèles. Il n'y a pas de consensus sur une augmentation ou diminution (sauf sur les montagnes).



Précipitations en hiver (%)

Rayonnement infrarouge descendant

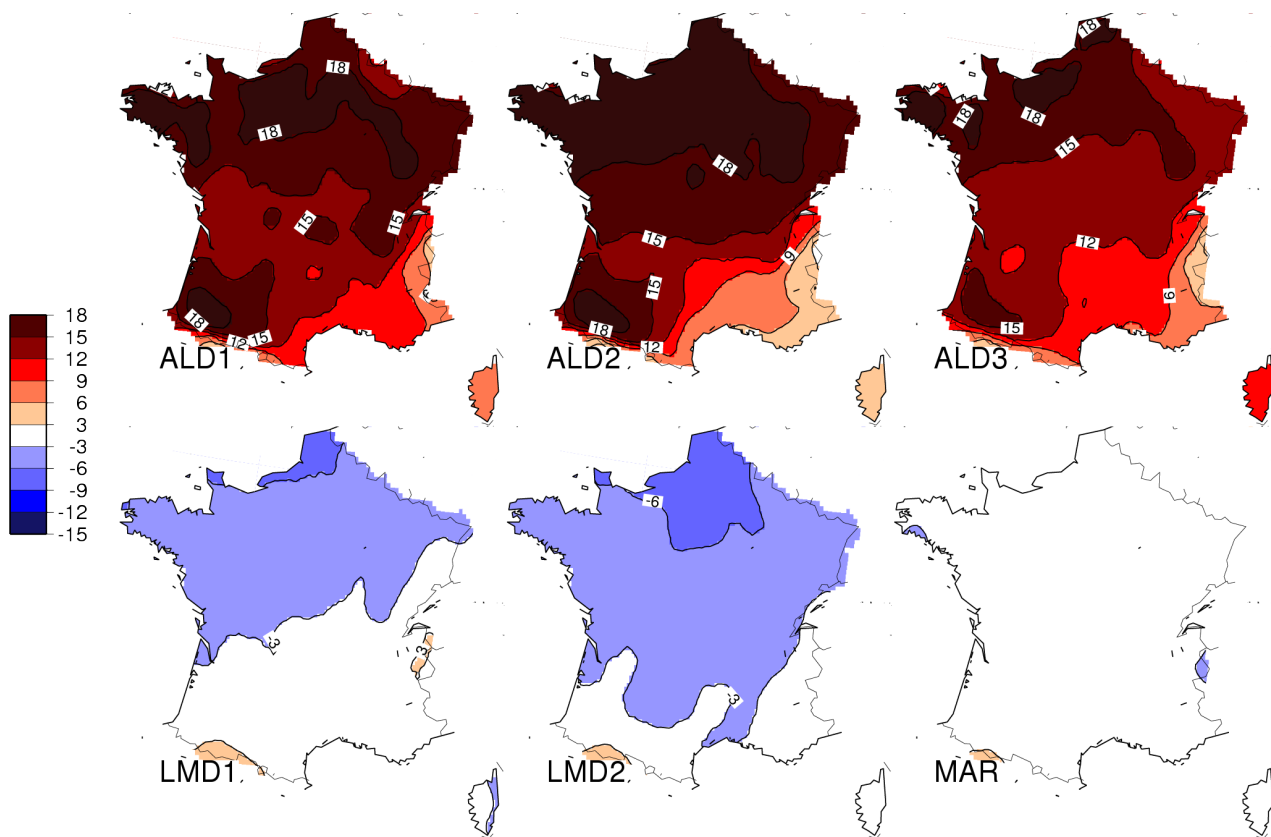
C'est l'énergie de grande longueur d'onde émise par l'atmosphère, les nuages et les gaz à effet de serre vers la surface terrestre. Le réchauffement atmosphérique implique une augmentation de ce rayonnement. Inversement, le réchauffement de la surface terrestre induit une augmentation des émissions radiatives vers l'atmosphère qui vient équilibrer la quantité reçue. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre. Les six cartes montrent une augmentation de ce rayonnement, ce qui est cohérent avec le réchauffement climatique.



Rayonnement infrarouge descendant en été (%)

Rayonnement solaire descendant

Ici, c'est la part de courte longueur d'onde du rayonnement reçu par la surface terrestre qui est considéré. Ce rayonnement est émis par le soleil et diffusé par l'atmosphère (ciel bleu) ou les nuages (ciel blanc ou gris). Une partie est absorbée par les nuages et les aérosols atmosphériques (sulfates, poussières ...). ALADIN et LMDZ proposent des réponses opposées dues au fait que les nuages diminuent dans le premier modèle et augmentent dans l'autre. Le comportement des nuages dans le changement climatique est une grande source d'incertitude sur la modélisation.

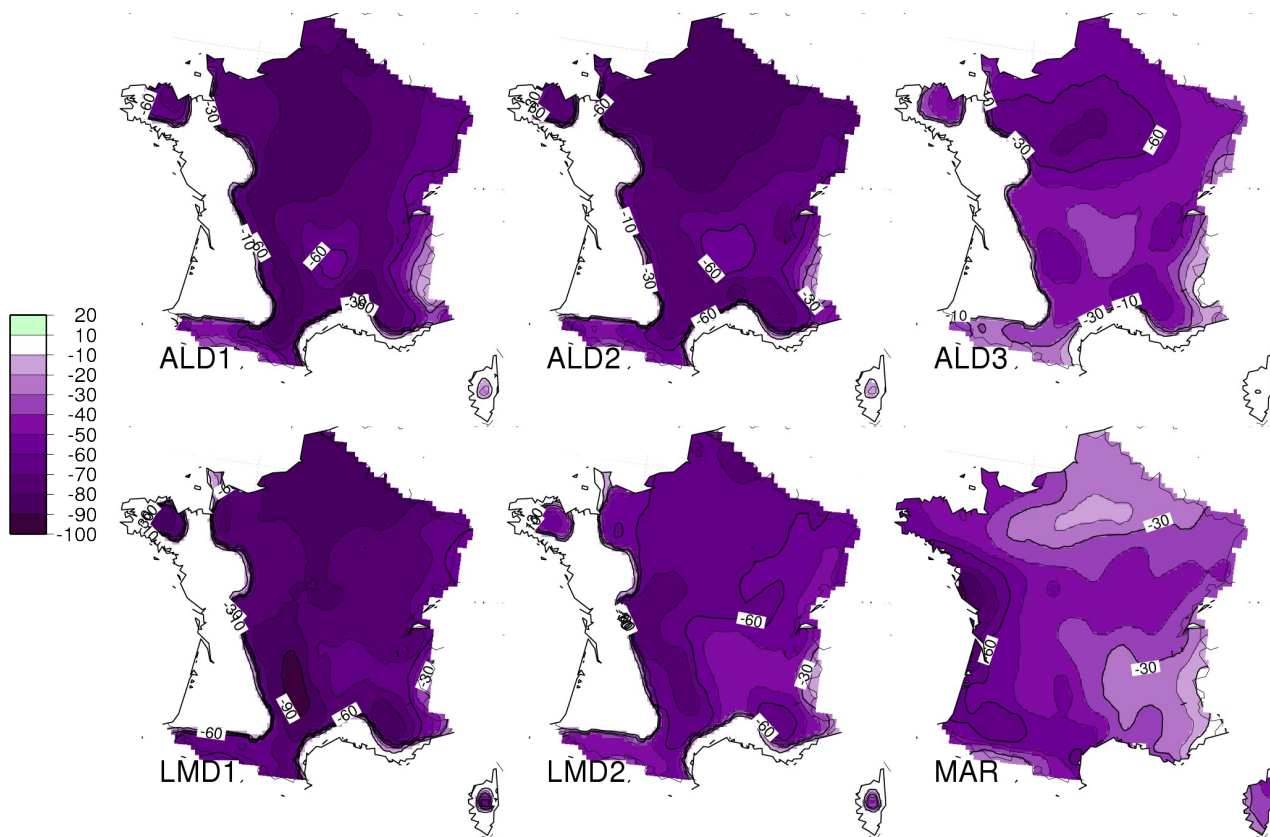


Rayonnement solaire descendant en été (%)

Indices nivologiques

Précipitations neigeuses

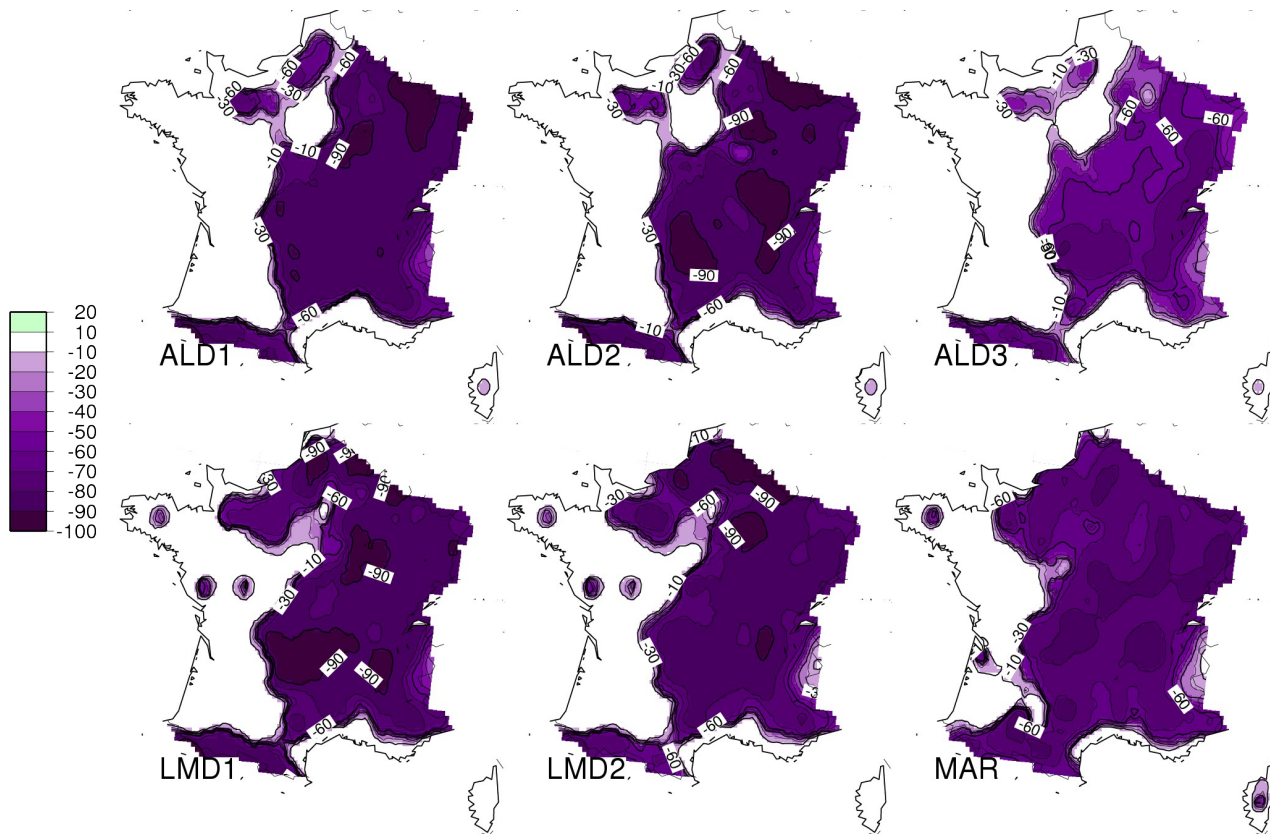
Cet indice ressemble à celui fourni plus haut (précipitations pluvieuses) mais c'est la phase solide qui est prise en compte. Sur les régions où les chutes de neige sont trop faibles en climat de référence (régions littorales) le pourcentage de changement est remplacé par la valeur zéro (plage blanche). Tous les scénarios indiquent une diminution qui peut aller jusqu'à 100%, c'est à dire plus de chutes de neige en hiver.



Précipitations neigeuses en hiver (%)

Hauteur de neige au sol

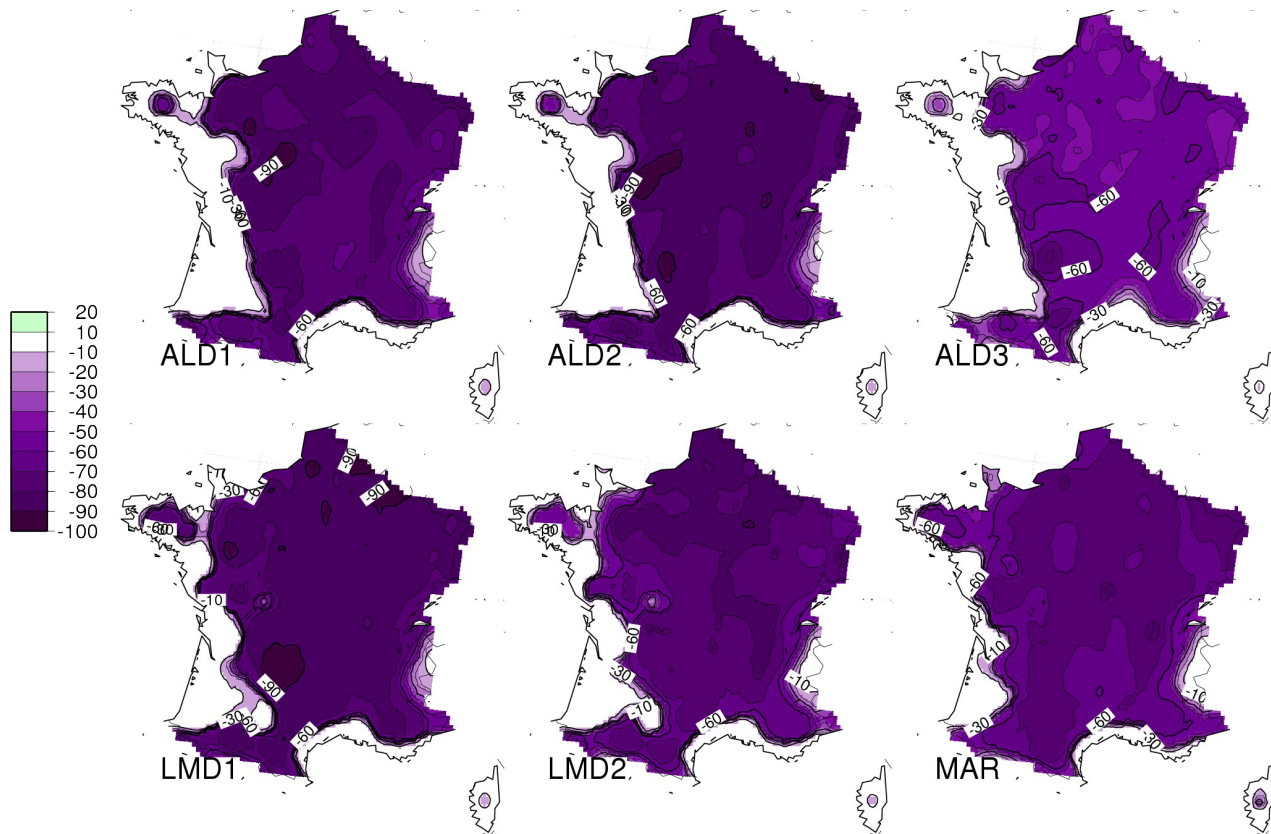
Ici, ce n'est pas la neige qui tombe, mais la neige qui s'accumule au sol qui est prise en compte. Comme plus haut, la valeur zéro (plage blanche) est attribuée aux régions ayant une couverture trop faible dans le climat de référence.



Hauteur de neige au sol en hiver (%)

Nombre de jours d'enneigement

On compte comme jour d'enneigement les jours où l'accumulation de neige sur le sol dépasse 1 cm. Comme plus haut, la valeur zéro (plage blanche) est attribuée aux régions ayant une couverture trop faible dans le climat de référence.

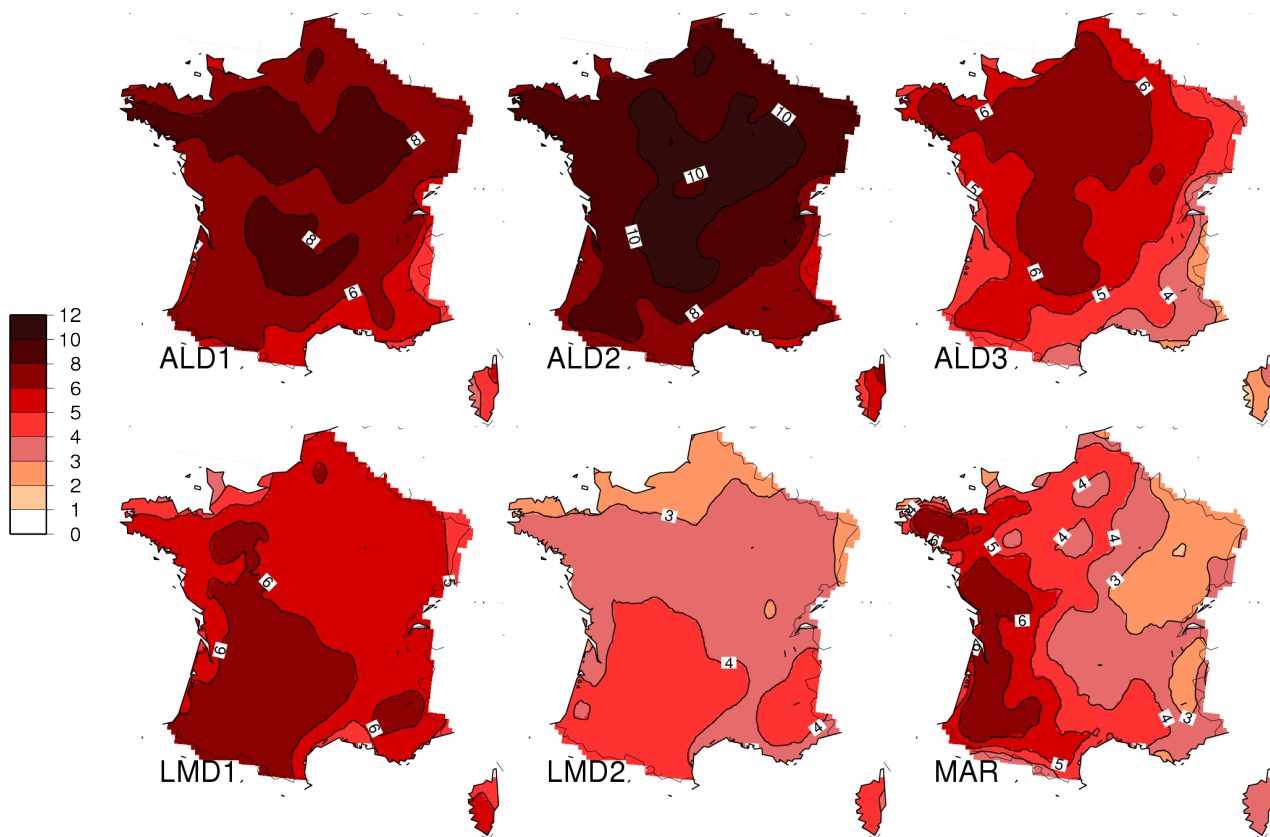


Durée d'enneigement en hiver (%)

Indices d'extrêmes

Température la plus chaude de la saison

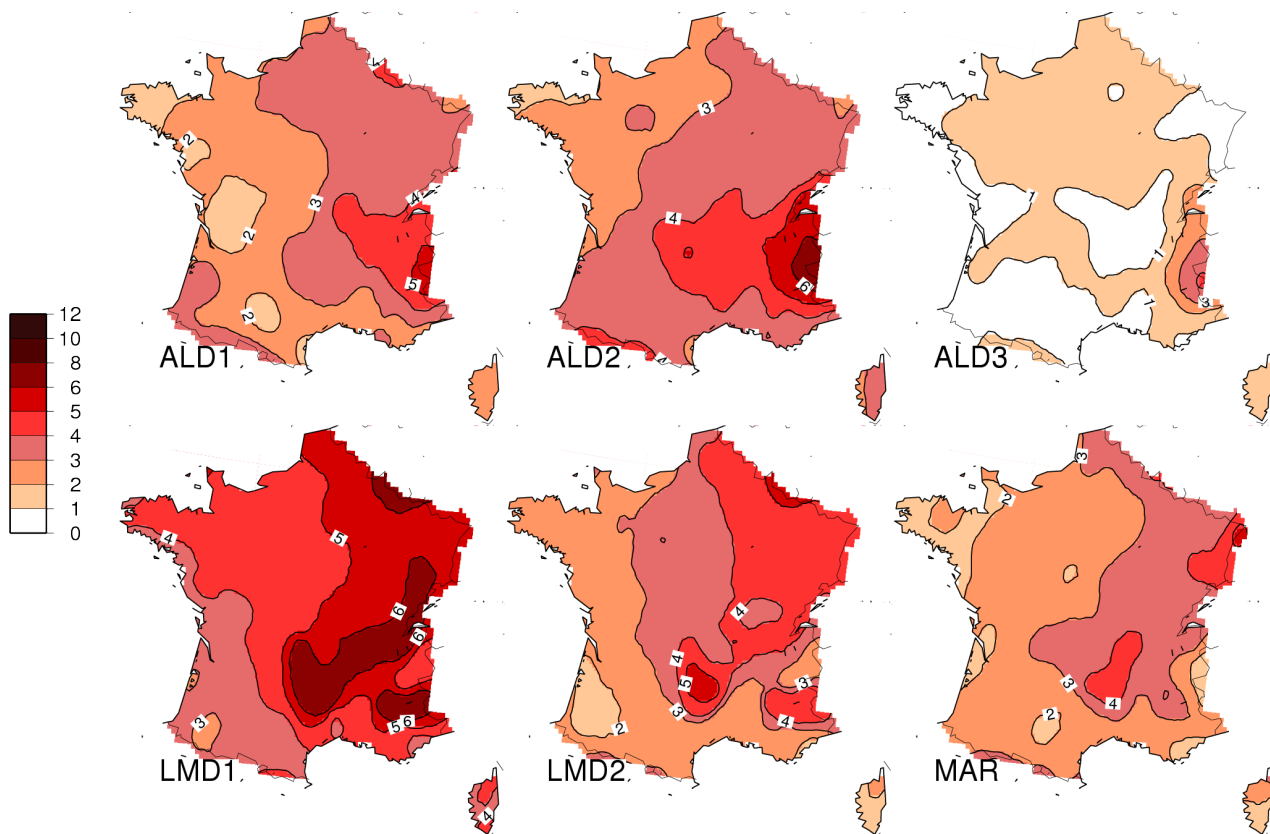
Cet indice ressemble à un indice rencontré plus haut, mais au lieu de faire la moyenne sur la saison des maxima diurnes, on prend le maximum sur la saison des maxima diurne. Il s'agit ici d'une différence, non d'un pourcentage.



Température la plus chaude de la saison en été (°C)

Température la plus froide de la saison

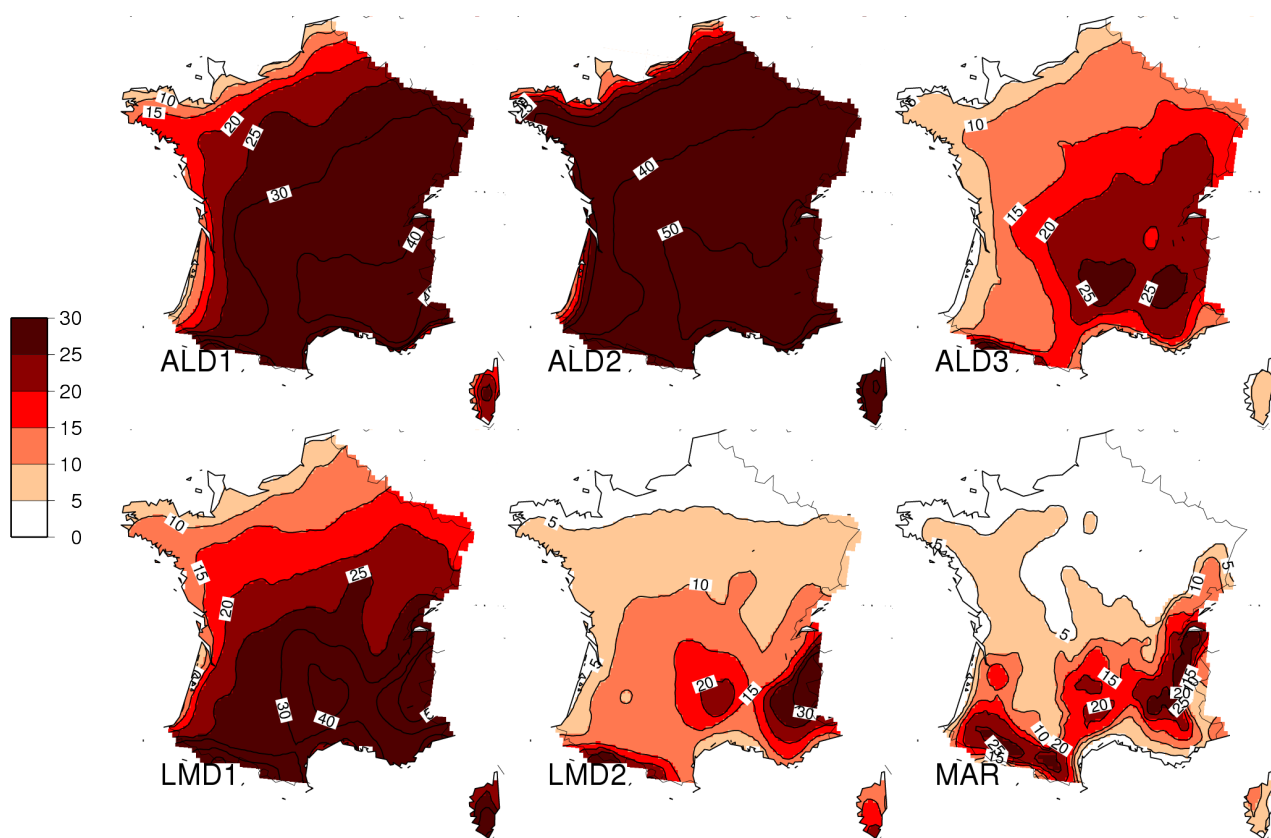
Cet indice ressemble à un indice rencontré plus haut, mais au lieu de faire la moyenne sur la saison des minima diurnes, on prend le minimum sur la saison des minima diurnes. Il s'agit ici d'une différence, non d'un pourcentage.



Température la plus froide de la saison en hiver (°C)

Nombre de jours de canicule

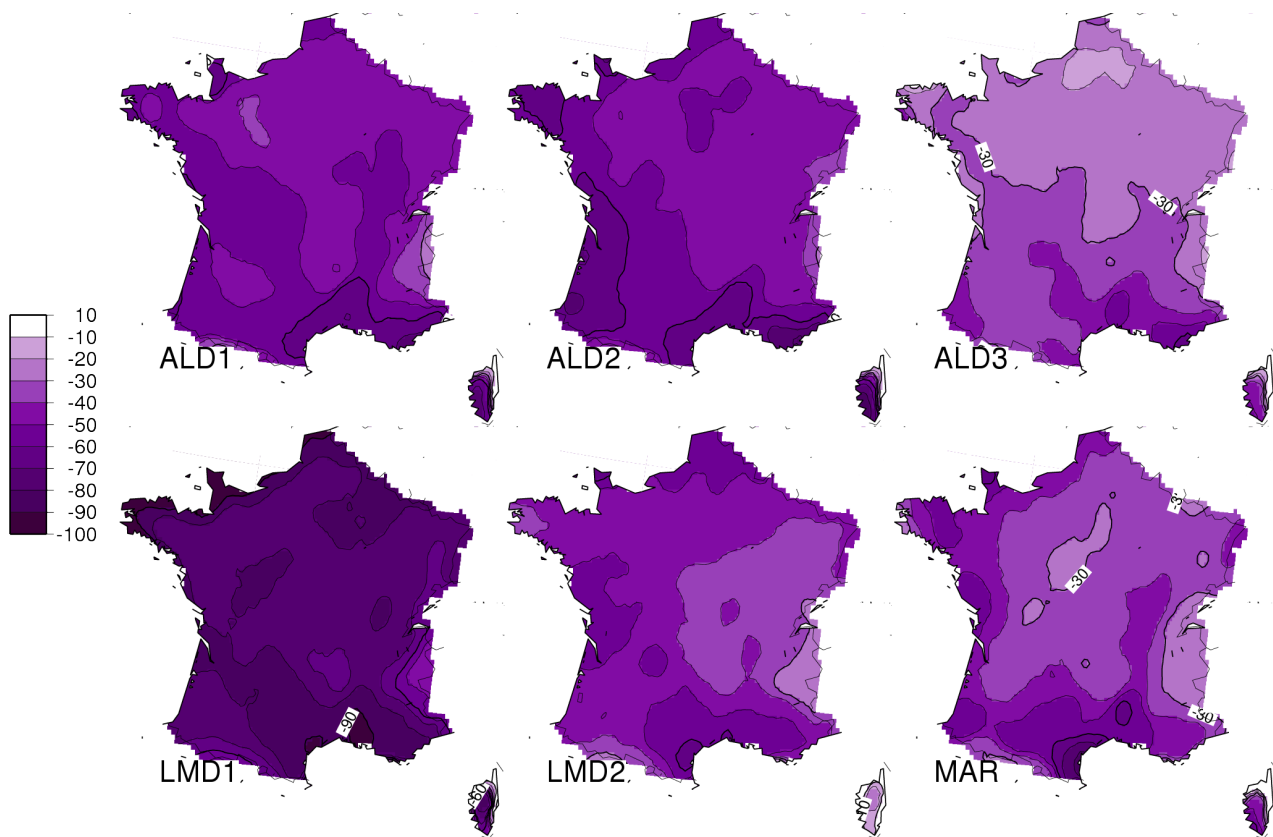
On définit un jour de canicule (ou plutôt de vague de chaleur car le concept s'applique aussi à l'hiver) quand la température reste au-dessus de la normale du climat de référence (qui varie avec le lieu et de la saison) de plus de 5°C pendant plus de 5 jours consécutifs. Dans le climat de référence, il y a un ou deux jours de canicule par saison en moyenne. Il ne peut donc pas y avoir un épisode de canicule chaque année puisqu'il faut au moins 6 jours pour produire une canicule. Les cartes (qui montrent un nombre de jours et non un pourcentage) indiquent que dans le scénario le plus pessimiste, on peut aller jusqu'à 50 jours, soit la moitié de l'été. C'est cohérent avec le fait que la température moyenne s'élève de plus de 5°C dans ce scénario. Dépasser la normale des années 1970 de plus de 5°C n'a alors rien d'exceptionnel pour un jour donné de ce scénario.



Nombre de jours de canicule en été

Nombre de jours de gel

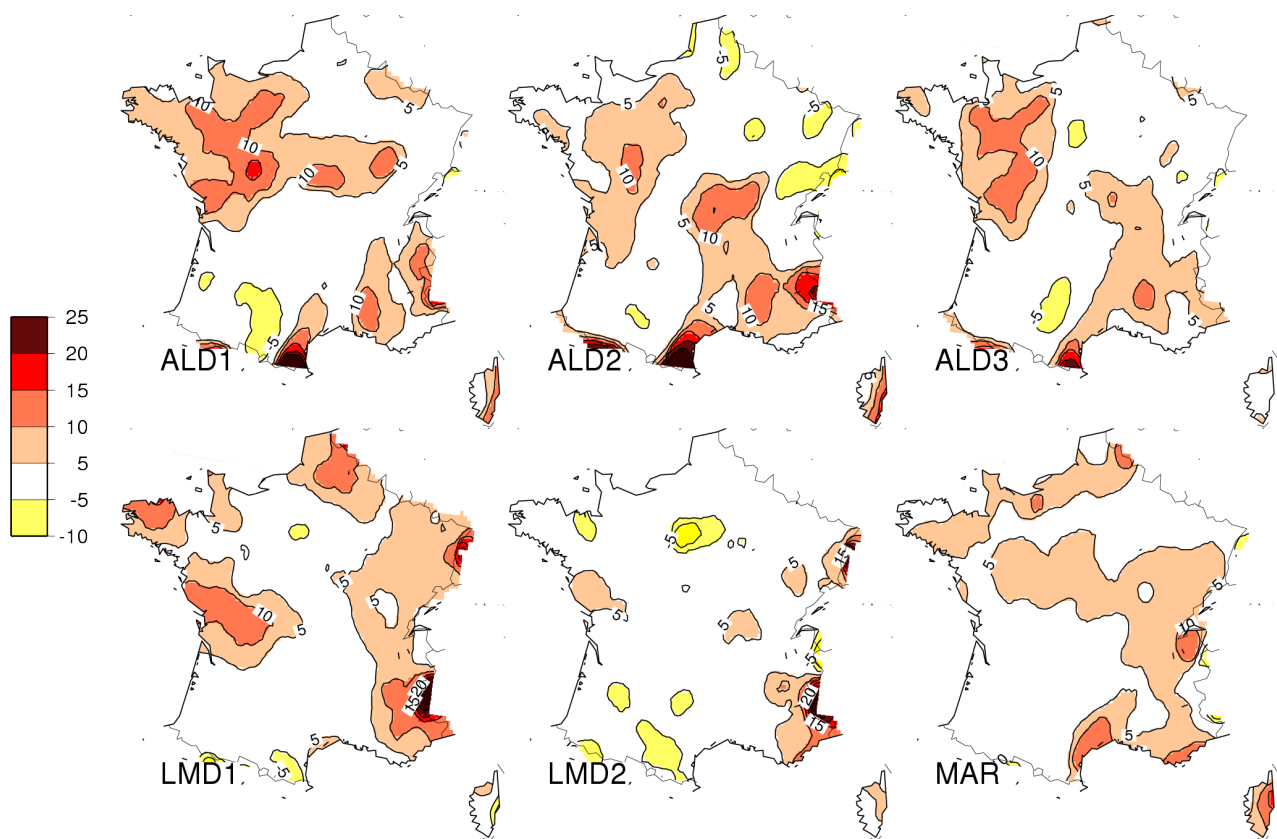
Un jour de gel est un jour où la température minimale diurne descend en dessous de 0°C. Les cartes montrent qu'en hiver le nombre de jours de gel diminue d'au moins 10%, et jusqu'à 100% en région méditerranéenne.



Nombre de jours de gel en hiver (%)

Pluie intense

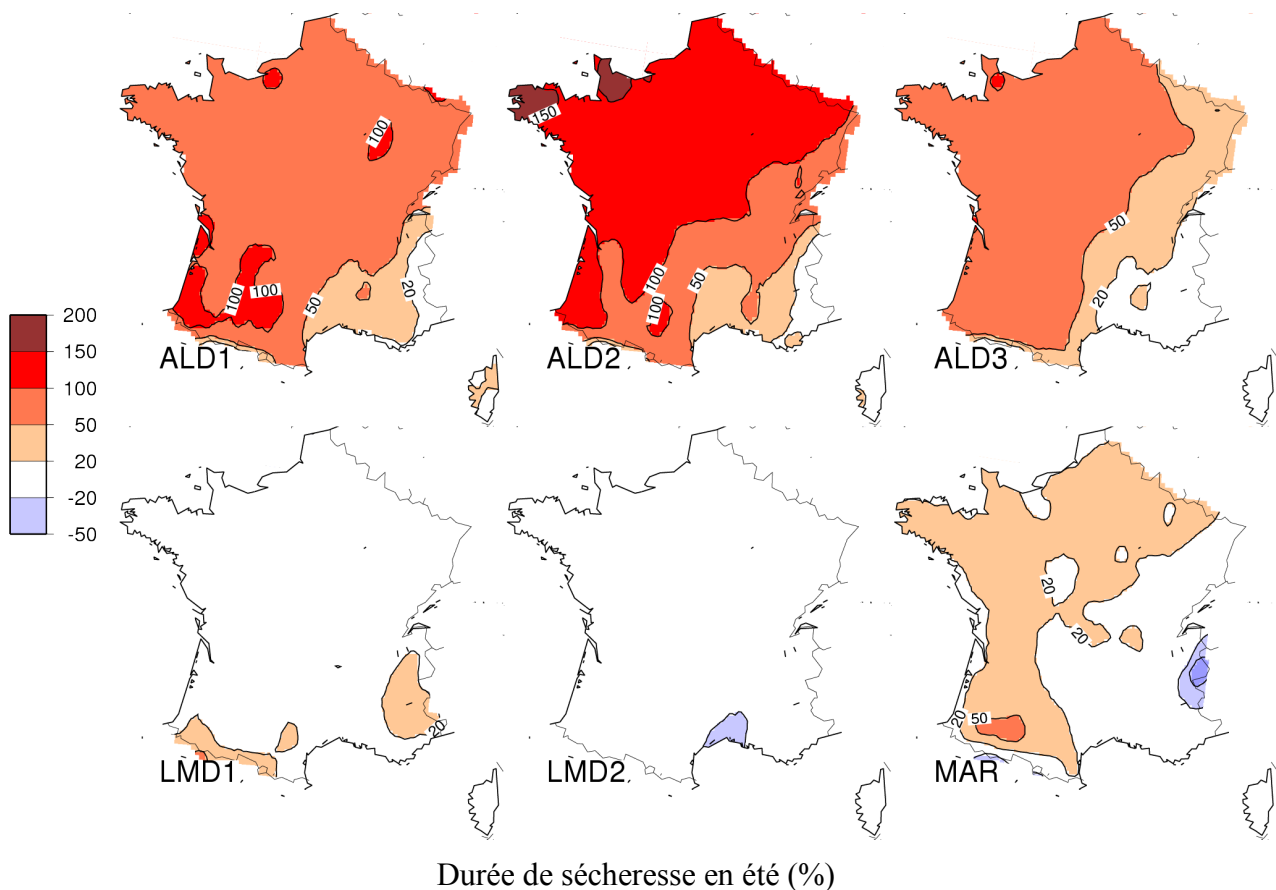
On définit cet indice à partir des précipitations liquides moyennes comptabilisées uniquement les jours où il tombe plus de 20 mm. En France ce phénomène arrive environ un jour sur cent, contre un jour sur trois où il tombe plus de 1 mm. On peut très bien avoir une diminution des pluies moyennes et une augmentation des pluies fortes, car en France les précipitations liquides supérieures à 20 mm/jour contribuent faiblement au bilan saisonnier, sauf dans les régions méditerranéennes. Mais ces phénomènes conduisent parfois à des épisodes de crues et leur augmentation dans les scénarios n'est pas forcément une bonne nouvelle.



Fortes précipitations en hiver (%)

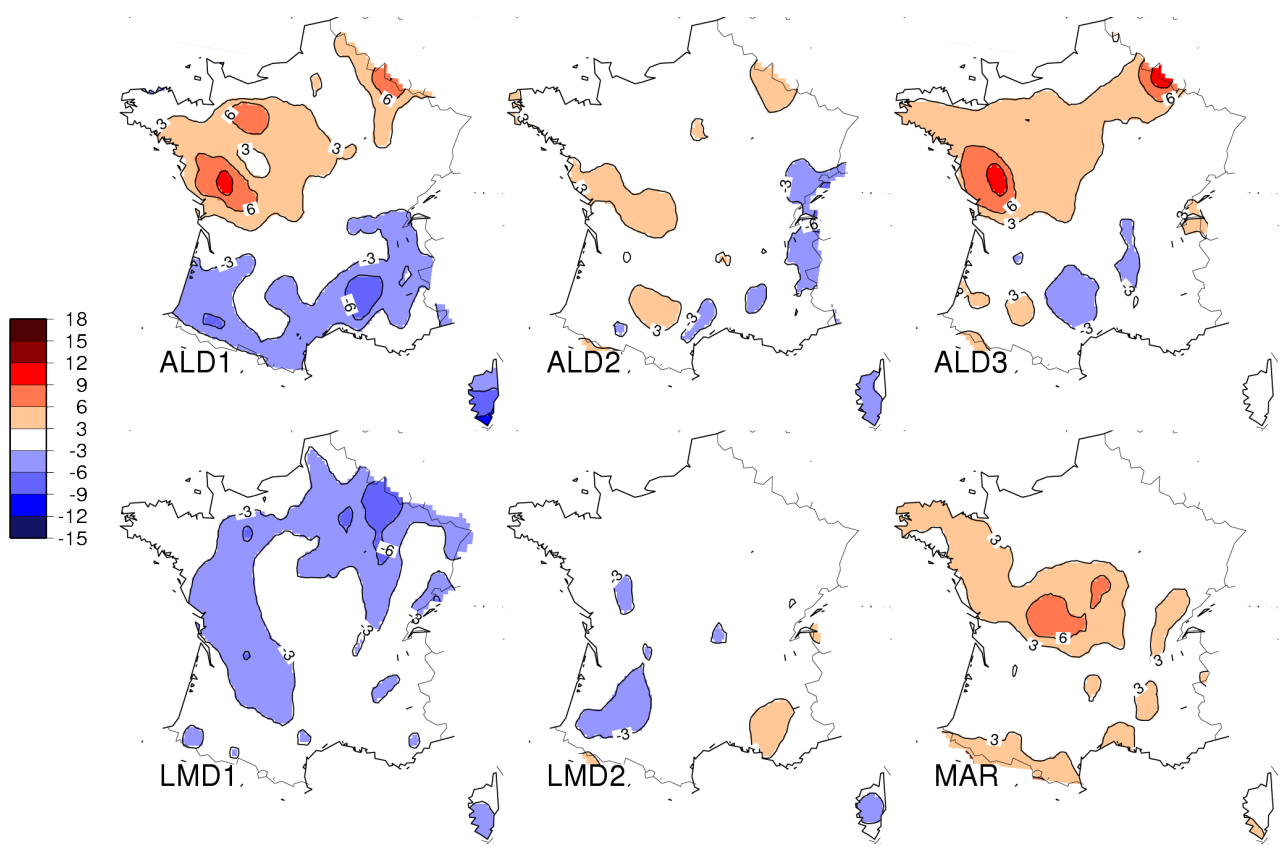
Durée de sécheresse

On définit la durée de sécheresse comme la plus longue période sans pluies au cours de la saison. Elle est d'une dizaine de jours en moyenne sur la France en été (avec des variations régionales). Le scénario ALD2, le plus pessimiste, indique un doublement sur la moitié du territoire. Cet indice ne prend pas en compte la sécheresse du sol qui dépend de l'évaporation et du taux de pénétration de la pluie par rapport au ruissellement de surface. Ces deux facteurs évoluent dans un sens favorable à la sécheresse, comme le montrent l'évolution de la température et de la part des pluies intenses sur les précipitations liquides totales.



Vent maximum de la saison

Cet indice ressemble à un indice rencontré plus haut, mais au lieu de faire la moyenne sur la saison des vitesses maximales quotidiennes, on prend le maximum sur la saison de ces vitesses maximales. Il n'y a pas vraiment de consensus entre les scénarios et le scénario ALD2 qui correspond au plus fort réchauffement montre une réponse de quelques %. Ces résultats vont dans le sens des autres études qui montrent que pour la France l'aléa tempête ne serait pas en augmentation significative. Les modèles sont pourtant capables de fournir des épisodes de plus de 100 km/h dans les simulations du climat de référence.



Vent maximum de la saison en hiver (%)